LA INGENIERÍA

"La ingeniería es el desarrollo y aplicación del conocimiento científico y tecnológico para satisfacer las necesidades de la sociedad, dentro de los condicionantes físicos, económicos, humanos y culturales."

MIT Engineering School

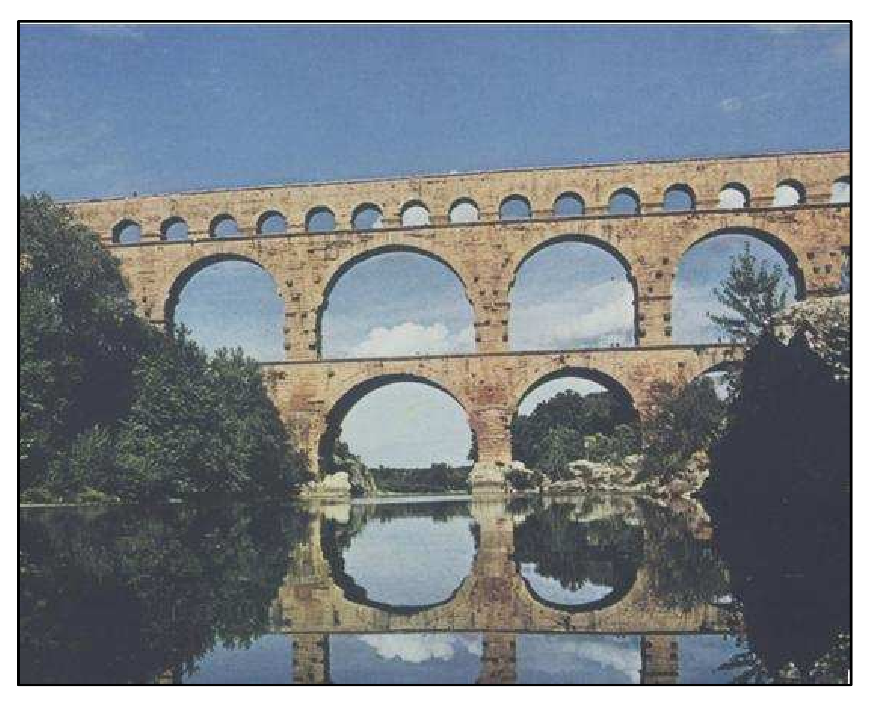


Figura 1. Pont du Gard, puente-acueducto romano en mampostería de piedra (Sur de Francia)

¿QUÉ ES LA INGENIERÍA?

Existe un sinfín de razones por las cuales la ingeniería despierta intereses en los jóvenes. Muchos estudiantes comienzan a estudiar ingeniería porque se sienten atraídos por los campos de la ciencia y las matemáticas; otros se interesan en las distintas ramas de la ingeniería motivados por la tecnología o por la curiosidad de saber cómo funcionan las cosas diariamente, o, visto desde una perspectiva entusiasta, cómo funcionan las cosas esporádicamente.

El estudio de la ingeniería es la plataforma mediante la cual puede mejorarse todo sistema. Uno de los objetivos fundamentales de un ingeniero, consiste en adaptar la tecnología para ofrecer soluciones que satisfagan necesidades humanas. Esto generalmente implica construir o diseñar un dispositivo que alcance una meta que anteriormente no pudo alcanzar, o que no fue finalizada tan rápida, exacta o con la seguridad que se deseaba.

La Ingeniería es la disciplina y profesión que aplica los conocimientos técnicos y científicos y utiliza las leyes naturales y los recursos físicos, con el fin de diseñar e implementar materiales, estructuras, máquinas, dispositivos, sistemas y procesos para alcanzar un objetivo deseado, pero que cumpla con los criterios especificados.

La ingeniería es la aplicación de la ciencia en la conversión óptima de los recursos naturales para uso de la humanidad. Este campo del conocimiento ha sido definido por el Consejo de Ingenieros para el Desarrollo Profesional -Engineers Council for Professional Development (ECPD)-, de los Estados Unidos, como la aplicación creativa de los "principios científicos para diseñar o desarrollar estructuras, máquinas, aparatos o procesos de fabricación, utilizados por separado o en combinación, para la realización de diversas obras; para construir o explotar los recursos con plena conciencia de su diseño; para pronosticar su comportamiento en determinadas condiciones de funcionamiento, y demás aspectos como economía de funcionamiento y seguridad para las personas y la propiedad".

El término de ingeniería a veces es vagamente definido, especialmente en Gran

Bretaña, como la fabricación o el montaje de motores, máquinas-herramientas, máquinas y partes.

La ingeniería es un arte que requiere del juicio necesario para la adaptación del conocimiento a usos prácticos, de la imaginación para concebir soluciones originales a problemas concretos, y de la habilidad de predecir el desempeño y el costo de nuevos procesos. Cualquiera que sea el caso, es importante reconocer que la ingeniería es distinta de los temas fundamentales sobre ciencia y matemáticas. La amplia gama de disciplinas de la ingeniería abarca una serie de subdisciplinas más especializadas, cada uno con una atención más específica sobre determinados campos de aplicación y áreas específicas de la tecnología.

Asociado a la ingeniería existe un gran cuerpo de conocimientos especiales, la preparación para la práctica profesional implica una amplia capacitación en la aplicación de ese conocimiento. Las normas para la práctica de la ingeniería se mantienen gracias a los esfuerzos de las sociedades profesionales, por lo general organizadas a nivel nacional o regional, con la responsabilidad, de cada uno de los miembros, de reconocer a los ciudadanos por encima de las responsabilidades con su empleador o de otros miembros de la sociedad.

CIENCIA VS INGENIERÍA

La función del científico es saber, mientras que la del ingeniero es hacer. El científico añade al proceso la verificación y sistematización del conocimiento del mundo físico, el ingeniero aplica ese conocimiento para solucionar los problemas prácticos. La ingeniería se basa principalmente en la física, la química, las matemáticas y demás extensiones como la ciencia de los materiales, los sólidos, la mecánica de fluidos, la termodinámica, la transferencia y tasa de procesos y análisis de sistemas.

A diferencia del científico, el ingeniero no es libre para elegir el problema que le interesa, debe resolver los problemas que vayan surgiendo y su solución debe satisfacer las necesidades en conflicto. Por lo general, la eficacia cuesta dinero, y al sumarle la seguridad y la complejidad para mejorar el rendimiento, se aumenta mucho más ese valor. La ingeniería debe presentar una solución óptima que, como resultado final y teniendo en cuenta muchos factores, sea la más deseable. Puede ser la más fiable dentro de un determinado límite de costo, la más simple que satisfaga ciertos requisitos de seguridad o la más eficiente para un determinado costo. En muchos problemas de ingeniería los costos sociales son importantes.

Los ingenieros emplean dos tipos de recursos naturales: materiales y energía. Los materiales son útiles debido a sus propiedades: fuerza, facilidad de fabricación, ligereza, durabilidad, capacidad para aislar o conducir sus propiedades químicas, eléctricas o acústicas. Importantes fuentes de energía son los combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas), el viento, la luz del sol, la caída de agua y la fisión nuclear. Dado que la mayoría de los recursos son limitados, el ingeniero debe proponerse a sí mismo el continuo desarrollo de nuevos recursos, así como la utilización eficiente de los existentes.

El ingeniero debe ser capaz de identificar y comprender las limitaciones (disponibilidad de recursos materiales, humanos, técnicos y económicos), así como los requisitos (utilidad, seguridad, costo, estética) aplicables al objeto o sistema que pretende diseñar y construir. A partir de ese conjunto de exigencias, y utilizando sus conocimientos de las ciencias físicas, químicas, matemáticas, económicas… además de su experiencia, el ingeniero propone soluciones adecuadas al problema planteado. En la mayoría de los casos la solución no será única, por lo que será necesario evaluar las diferentes opciones para escoger la óptima.

HISTORIA DE LA INGENIERÍA

El concepto de ingeniería ha existido desde tiempos remotos, y se ha concebido en invenciones fundamentales como la polea, la palanca y la rueda. Cada una de estas invenciones es coherente con la definición moderna de la ingeniería: la explotación de los principios básicos de mecánica para desarrollar herramientas útiles y objetos.

Las palabras *engine* e *ingenious* se derivan de la misma raíz latina: *ingenerare*, que significa "crear". El verbo Inglés *engine* significa "contribuir." Por lo tanto, las máquinas para la guerra como catapultas, puentes flotantes y torres de asalto, en su diseño, fueron contribución de ingenieros militares. La contrapartida de los militares fue el ingeniero civil, quien aplica

básicamente el mismo conocimiento y habilidades para el diseño de edificios, calles, suministro de agua, sistemas de alcantarillado y otros proyectos.

El término ingeniería en sí tiene una etimología mucho más reciente, se deriva de la palabra *engineer*, que a su vez se remonta a 1.325 cuando un *engine'er* (literalmente alguien que opera un motor), se refería originalmente a "un constructor de motores militares". En el contexto actual es obsoleta, "*engine*" se refiere a una máquina militar, es decir, un dispositivo mecánico utilizado en la guerra (por ejemplo, una catapulta). La palabra "*engine*" tiene un origen más antiguo, ya que en última instancia se derivan del latín *ingenium* (1.250), que significa "cualidad innata, especialmente desde el poder mental, por lo tanto, una invención inteligente".

No es por casualidad que las palabras "*ingenuity*" y "*engineering*" del Inglés, y del francés "*ingéniosité*" e "*ingénierie*", estén vinculadas a la misma raíz de la palabra latina "*engineer*", que significa "ser ingenioso", y que la palabra "*engine*" signifique "unidad ingeniosa y útil", ya que esa es la mejor manera de describir la función de un ingeniero en su quehacer profesional.

En tiempos prehistóricos el hombre tuvo que ser ingenioso para poder sobrevivir al hambre, los enemigos, el clima, y más tarde las dificultades de las distancias. Por lo tanto, siempre ha habido "ingenieros" en el entorno, muchos de los cuales estaban involucrados en actividades que no se asocian con la ingeniería de hoy, sino más bien con la caza, la agricultura, la pesca, la sobrevivencia, las herramientas, el transporte y muchas otras cosas.



Figura 2. Pirámide escalonada de Saqqarah

Luego, cuando el diseño de estructuras civiles tales como puentes y edificios, fue madurando como una disciplina técnica, el término ingeniería civil entró en el léxico como una forma especializada de construcción de proyectos no militares, para distinguirlo de los que participan mayormente de la disciplina ingeniería militar.

El primer ingeniero conocido por su nombre y logros es Imhotep, constructor de la pirámide escalonada de Saqqarah en Egipto, probablemente en 2.550 A.C. Los sucesores de Imhotep -egipcios, persas, griegos y romanos- llevaron la ingeniería civil a grandes logros basados en métodos empíricos y ayudados por la aritmética, la geometría, y pequeños aportes de la física. El Faro de Alejandría, el Templo de Salomón, el Coliseo romano, los sistemas de vías persas y romanos, el acueducto Pont du Gard en Francia, y muchas otras estructuras de gran tamaño, algunas de las cuales se mantienen actualmente, son muestras de su habilidad, imaginación y audacia. De entre los muchos escritos hechos por ellos, sobrevive en particular uno para ofrecer una imagen de la enseñanza de la ingeniería y su práctica en tiempos clásicos: *Vitruvius' De architectura*, publicado en Roma en el siglo I D.C., un trabajo en 10 volúmenes que abarca desde los materiales de construcción, los métodos de construcción, la hidráulica, la medición, hasta la planificación urbanística.

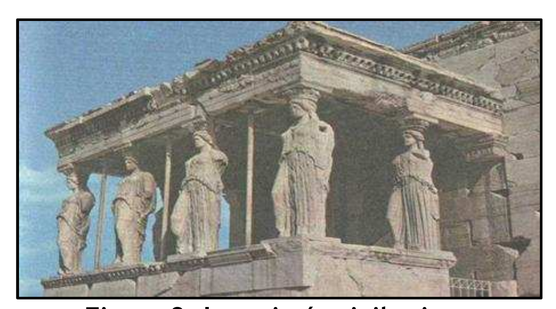


Figura 3. Ingeniería civil griega

Alrededor del 3.000 A.C., el ritmo de desarrollo se aceleró. Luego de herramientas simples, se desarrollaron las cuñas, palancas y ruedas, el uso de animales para extraer y transportar cargas y de hornos para trabajar los metales, la excavación de canales de riego y la minería a cielo abierto. Geográficamente éstos y otros muchos acontecimientos, tuvieron lugar en y alrededor del Mediterráneo, en el Oriente Medio y en Asia Menor. Las pirámides se levantaron en el Valle del Nilo.

Los griegos -los inventores- realizaron importantes contribuciones en los 1.000 años transcurridos A.C. y D.C. Fabricaron el

tornillo, el trinquete, la rueda de agua y la aeolipile, más conocida como la gran turbina.

Los romanos -los innovadores y adaptadores- aportaron con la construcción de fortificaciones, carreteras, acueductos, sistemas de distribución de agua y edificios públicos a lo largo de los territorios y ciudades que controlaban. En el otro extremo del mundo, los chinos se acreditan la invención de la carretilla, el ventilador rotatorio, el timón que guía las balsas de bambú -más tarde de juncos. También comenzaron a fabricar papel de fibras vegetales y la pólvora.

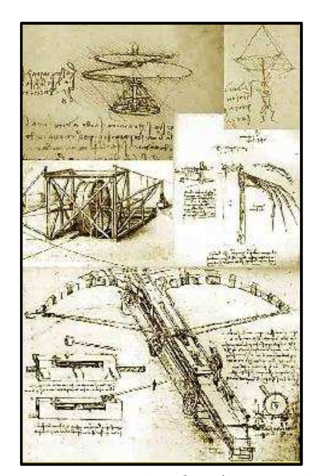


Figura 4. Ingeniería de Da Vinci

En la llamada "Edad Oscura" -aproximadamente del 500 al 1.500 D.C.- se continuó la fabricación de algunos aparatos considerados ingeniosos. Por ejemplo, el desarrollo del reloj mecánico y el arte de la impresión. Aparece la técnica de fundición de hierro pesado, que podría aplicarse para fabricar productos para la guerra, la religión y la industria -armas de fuego, campanas para iglesia y demás maquinaria. La Edad Oscura fue seguida por el Renacimiento en el siglo XVI, en la que el ingeniero, inventor y artista Leonardo Da Vinci, fue el dominador. Todo este período estuvo bajo la influencia de su lado ingeniero arquitecto, en la construcción de catedrales y otros grandes edificios, y el de ingeniero militar, en la construcción de castillos y otras fortificaciones.

En la construcción medieval, los ingenieros europeos llevaron la técnica en forma de arco gótico y arbotante, a una altura desconocida para los romanos. El cuaderno de bocetos del ingeniero francés Villard de Honnecourt, del siglo XIII, revela un amplio conocimiento de las matemáticas, la geometría, las ciencias naturales, las físicas, y la redacción.

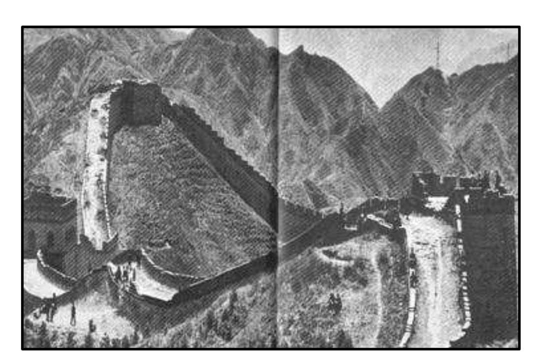


Figura 5. Ingeniería asiática

En Asia, la ingeniería tuvo un desarrollo muy similar, con técnicas más sofisticadas en construcción, hidráulica y metalurgia, lo cual contribuyó a la creación de civilizaciones avanzadas como el imperio mongol, cuyas grandes y bellas ciudades impresionaron a Marco Polo en el siglo XIII.

La Ingeniería civil surgió como una disciplina en el siglo XVIII, cuando las primeras escuelas profesionales de ingeniería fueron fundadas. Los Ingenieros civiles del siglo XIX realizaron construcciones de todo tipo: diseñaron abastecimientos de agua y sistemas de saneamiento, establecieron redes ferroviarias y de carretera, y planificaron ciudades. Inglaterra y Escocia fueron la cuna de la ingeniería mecánica, como una derivación de las invenciones del ingeniero escocés James Watt y los maquinistas textiles de la Revolución Industrial. El desarrollo de los británicos en la industria de máquinas herramientas impulsó el estudio de la ingeniería mecánica, tanto en el Reino Unido como en el extranjero.



Figura 6. La Revolución Industrial

Durante el siglo entre 1.750 y 1.850, la Revolución Industrial en Europa occidental dominó la evolución de la ingeniería. Fue significativa la influencia, entre otros, de:

- **Thomas Savery** (1.650-1.715). Ingeniero mecánico, nacido en Shilstone, provincia de Devon en Inglaterra. En 1.698 desarrolló y patentó un dispositivo para bombear agua fuera de las minas, mediante la presión de vapor de una habitación cerrada con agua. Cuando el vapor forzaba al agua a un nivel superior, el vapor se condensaba y se creaba un vacío que proporcionaba más agua desde el nivel inferior a través de una válvula. Luego se rellenaba la habitación cerrada para volver a repetir el proceso. Este dispositivo fue el primer motor de vapor práctico. Fabricó varios hasta que se unió con Newcomen para ayudarle en el desarrollo de su más eficaz y práctico motor de vapor con pistón.

- **Thomas Newcomen** (1.663-1.729). Dartmouth Inglaterra. Como ferretero en su ciudad natal se encontró en inmejorable posición para evaluar el costo de la extracción del agua de las minas de la región de Cornualles, que por aquel entonces se realizaba gracias al trabajo mecánico de los caballos. Con la ayuda de su socio Calley trabajó durante años en el diseño de una máquina de bombeo impulsada por vapor que, a diferencia de la ideada por Savery, no estuviera limitada por la presión del mismo, sino que aprovechara como impulso el vacío creado por la condensación del vapor en el interior del cilindro del pistón. La primera máquina de Newcomen fue instalada en 1.712, y aunque su ratio de conversión de energía calorífica en mecánica era apenas del uno por ciento, no tuvo rival durante más de medio siglo.

- **James Watt** (1.736-1.819) Ingeniero mecánico escocés. Estudió en la Universidad de Glasgow y posteriormente en la de Londres, en la que sólo permaneció un año debido a un empeoramiento de su salud, ya quebradiza desde su infancia. A su regreso a Glasgow en 1.757, abrió una tienda en la universidad dedicada a la venta de instrumental matemático (reglas, escuadras, compases…) de su propia manufactura. En la universidad tuvo la oportunidad de entrar en contacto con muchos científicos y de entablar amistad con Joseph Black, el introductor del concepto de calor latente. En 1.773 observó que las máquinas de vapor Newcomen desaprovechaban gran cantidad de vapor y, en consecuencia, una alta proporción de calor latente de cambio de estado susceptible de ser transformado en trabajo mecánico. En 1.766 diseñó un modelo de condensador separado del cilindro, su primera y más importante invención, que permitió lograr un mayor aprovechamiento del vapor, y mejorar de este modo el rendimiento económico de la máquina. Esta mejora constituyó un factor determinante en el avance de la Revolución Industrial.

- **Richard Trevithick** (1.771-1.833), ingeniero mecánico e inventor británico y uno de los pioneros del ferrocarril. Nació en Illogan, cerca de Camborne-Redruth. En 1.796 exhibió modelos de máquinas de vapor de alta presión, que supusieron una mejora sobre las máquinas de baja presión desarrolladas por el inventor escocés James Watt. En la nochebuena de 1.801, Trevithick puso en funcionamiento el primer vehículo a vapor que transportó pasajeros. En 1.804 aplicó por primera vez el vapor en el remolque de cargas en una vía férrea, cuando su locomotora a vapor transportó 10 toneladas de hierro unos 15 km. desde Merthyr Tydfil hasta Abercynon, País de Gales. Su éxito condujo a la construcción de otras locomotoras de vapor sobre rieles. Muchos le consideran el inventor de la locomotora a vapor.

- **Joseph Whitworth** (1.803-1.887) Inventor inglés y empresario emprendedor. Whitworth nació en Stockport y desde muy joven desarrolló un interés por las máquinas de la época. Trabajó como mecánico en Manchester y luego en Londres. En el taller de Joseph Clement le ayudó con la fabricación de la calculadora de Charles Babbage. Volvió en 1.833 a Openshaw, Manchester, para comenzar su propio negocio de fabricación de tornos y otras máquinas herramientas, que eran renombradas para su alto estándar de calidad y precisión.

- **George Stephenson** (1.781-1.848) Ingeniero mecánico inglés que inventó la locomotora de vapor. Hijo de un mecánico que manejaba una bomba de vapor para achicar agua en una mina (Newcomen), se familiarizó desde muy joven con estas máquinas. Establecido por fin como mecánico jefe de la mina de Killingworth, se interesó por la aplicación de la máquina de vapor de Watt al arrastre de vagones sobre rieles. Creó la locomotora Blucher, que fue perfeccionando sucesivamente, hasta que en 1.821 convenció a los promotores del proyecto de ferrocarril de Stockton a Darlington para que éste fuera tirado por una locomotora de vapor y no por

caballos; así surgió la primera línea ferroviaria moderna, construida por Stephenson en 1.825. El éxito hizo que lo llamaran para construir la línea de Liverpool a Manchester, mucho más larga; en aquella ocasión, su Rocket ganó una carrera con otras locomotoras, que aspiraban a emplearse en la línea (1.829). Stephenson instaló en Newcastle una fábrica, de donde salieron las ocho locomotoras que funcionaron en este primer servicio regular de ferrocarril, y fue llamado para construir o asesorar en muchos otros ferrocarriles de los que se iban extendiendo por el mundo.

- **Isambard Kingdom Brunel** (1.806-1.859) Ingeniero británico. Es mayormente conocido por ser el creador de la línea de ferrocarril Great Western, una serie de famosos barcos de vapor, así como numerosos puentes de gran importancia en el Reino Unido. A pesar de que los proyectos de Brunel no fueron siempre exitosos, frecuentemente contenían soluciones innovadoras a los típicos problemas ingenieriles de la época. Durante su corta carrera, Brunel consiguió ser el primero en muchos logros de ingeniería, incluyendo la participación en la construcción del primer túnel bajo un río navegable, y el desarrollo del primer trasatlántico de acero propulsado mediante hélice. Este primer trasatlántico fue, en su momento, el barco más grande construido hasta la fecha.

El impacto y el potencial de las actividades realizadas por los ingenieros, y la necesidad de contar con escuelas e institutos específicamente dedicados a esta área del conocimiento, fueron reconocidos desde hace más de dos siglos. En la París de 1.795, Napoleón accedió a que se fundara L'École Polytechnique, la cual se convirtió en la primera escuela de ingeniería en el mundo. Tiempo después, en 1824, se fundó la primera escuela de ingeniería en Estados Unidos, The Rensselaer Polytechnic institute. Hasta finales del siglo XIX la ingeniería era sólo civil o militar, sin embargo, en 1.880 nació la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Mecánicos, cuatro años más tarde se fundó la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Eléctricos y en 1.908 se creó el Instituto Estadounidense de Ingenieros Químicos. Tuvieron que pasar 40 años para que surgiera el último gran campo dentro de las ramas de la ingeniería, así fue como en 1.945 se fundó el Instituto Estadounidense de Ingenieros Industriales. La formalización de las carreras de ingeniería, así como la creación de nuevas escuelas, centros de investigación, empresas y sociedades de ingeniería, también sirvieron de motor para continuar descubriendo aplicaciones de la ciencia y lograr mejoras para la humanidad.

El crecimiento de los conocimientos en la electricidad -a partir de la célula original de Alessandro Volta en 1.800, de los experimentos de Michael Faraday y otros, que culminaron en 1.872 con el desarrollo del dinamo Gramme y del motor eléctrico- culminó con el desarrollo de las ingenierías eléctrica y electrónica. En electrónica se convirtió en aspecto destacado la labor de los científicos James Clerk Maxwell de Gran Bretaña y Heinrich Hertz de Alemania, a fines del siglo XIX. Grandes avances que incluyeron el desarrollo del tubo de vacío de Lee De Forest en los Estados Unidos de principios del siglo XX y la invención del transistor a mediados del mismo siglo. A fines del siglo XX las ingenierías eléctrica y electrónica superaron a todas las demás en el mundo.

La Ingeniería química surgió en medio de la proliferación de los procesos industriales en el siglo XIX, que implicaban reacciones químicas en la metalurgia, alimentos, textiles, y en muchas otras áreas. Para 1.880 se había generalizado la utilización de productos químicos en la industria manufacturera, cuya función era la producción en masa de las sustancias químicas. El diseño y el funcionamiento de las plantas de esta industria se convirtieron en funciones del ingeniero químico.


Figura 7. Ingeniería Aeronáutica

Mientras que las principales ramas de la ingeniería se encuentran aún hoy en gran auge, los desarrollos modernos han dado lugar a nuevas y más sofisticadas disciplinas de ingeniería. La invención y comercialización de poderosos computadores desarrolló la ciencia de la computación y, eventualmente, la ingeniería del software.

Conceptos similares de desarrollo en ingeniería electrónica, hacen que más ingenieros piensen en desarrollo de teléfonos celulares y consolas de video juegos. Avances en mecánica introdujeron la Mecatrónica, la Nanoingeniería y otras.

Avances significativos en la investigación médica llevaron a la experimentación en biología y se creó la bioingeniería. Este campo se refiere a la ingeniería como parte de la vida, que lucha contra las enfermedades y mejora la salud, así como ve las cosas la ingeniería genética para crear mejoras en los alimentos y muchas otras cosas.

Hoy en día, la ingeniería es bien conocida y se encuentra muy establecida; es una profesión deseable, y muchos estudiantes optan por seguir una carrera profesional en ingeniería como una gran elección de progreso y de vida.

LA INGENIERÍA DEL SIGLO XX

La mayoría de los historiadores coincide en que el siglo XX fue el más productivo en toda la historia de la humanidad, en cuanto a la cantidad y el impacto de los descubrimientos. Los siguientes párrafos presentan lo que para algunos son los hallazgos más grandiosos de la ingeniería en el siglo XX, según la Academia Nacional de Ingeniería en Estados Unidos de América. No se pretende dar un orden jerárquico en cuanto a la importancia de los hallazgos, ni tampoco se plantean como los únicos de relevancia; más allá de lo anterior, se presentan al lector como producto del trabajo de muchos ingenieros para ilustrar, en parte, cómo la ingeniería ha transformado y cambiado al mundo entero:

- **Electrificación**. En el siglo XX una electrificación extendida brindó poder a nuestras ciudades, fábricas, granjas y a todos los hogares, lo que cambió para siempre nuestras vidas. Miles de ingenieros hicieron sus aportaciones para que eso sucediera, con trabajo innovador en fuentes de combustible, técnicas para la generación de potencia, y redes de distribución de transmisión eléctrica. Pasamos de los faroles a las supercomputadoras. La energía eléctrica hace nuestra vida más segura, más sana y más conveniente.

- **Automóvil**. El automóvil podría ser el más reciente símbolo de la libertad personal; es también el mayor medio de transporte para personas y bienes en el mundo, y es una importante fuente de crecimiento económico y de estabilidad. El automóvil es un espectáculo del ingenio del siglo XX, el cual ha experimentado innumerables innovaciones en el diseño, en la producción y en la seguridad.

- **Aviones**. Hasta hace poco se podía viajar de Europa a América en cuatro horas, a bordo del Concorde, mientras que en 1.900 el mismo viaje tomaba de siete a 10 días en barco. El transporte aéreo moderno es responsable del rápido flujo de bienes y personas alrededor del mundo, lo que facilita nuestra interacción personal, cultural y comercial. La innovación de la ingeniería, desde los primeros trabajos de los hermanos Wright hasta los jets supersónicos, ha hecho posible todo esto.

- **Suministro y distribución del agua**. En la actualidad, el simple hecho de girar una llave nos proporciona agua limpia, un invaluable recurso. Los avances de la ingeniería para manejar este recurso, mediante tratamiento, suministro y sistemas de distribución, cambiaron profundamente la vida en el siglo XX, eliminando en gran medida las enfermedades en países en vías de desarrollo y proporcionando agua limpia y abundante para comunidades, cultivos y las industrias. Esta tarea lleva un importante camino recorrido, pero todavía dista de estar concluida, tal y como se expresa en las Naciones Unidas, donde se reconoce que el suministro de agua potable y alcantarillado en los países en vías de desarrollo, es una de las prioridades del siglo XXI (Cumbre Mundial de Johannesburgo, 2.002).

- **Electrónica**. La electrónica proporciona la base de un sinnúmero de innovaciones: reproductores de discos compactos, televisores y computadoras, válvulas electrónicas, transistores y circuitos integrados, por citar algunos productos. Los ingenieros han hecho la electrónica más pequeña, poderosa y eficiente, preparando el terreno para los productos que han mejorado la calidad y la conveniencia de la vida moderna.

- **Radio y televisión**. La radio y la televisión fueron grandes agentes del cambio social en el siglo XX; abrieron ventanas a otras vidas, a lugares remotos del mundo y a la construcción de la historia. Al pasar del

telégrafo alámbrico a los avanzados sistemas satelitales actuales, los ingenieros han desarrollado tecnologías notables que informan y entretienen a millones cada día.

- **Mecanización de la agricultura**. La maquinaria del campo: tractores, cultivadores, cosechadoras y centenares de otras herramientas, aumentó significativamente la eficiencia del campo y su productividad en el siglo XX. A principios del siglo, cuatro campesinos podían alimentar a cerca de 10 personas; al final, con la ayuda de las innovaciones en mecanización agrícola, un solo campesino puede alimentar a más de 100.

- **Computadoras**. La computadora es un símbolo que define a la tecnología del siglo XX, un instrumento que ha transformado negocios y vidas alrededor del mundo; incrementó la productividad y abrió las puertas a grandes cantidades de conocimiento. Las computadoras convirtieron el trabajo pesado en tareas sencillas, y brindaron nuevas capacidades a tareas complejas. La genialidad de la ingeniería en computación dio marcha a esta revolución, y continúa haciendo computadoras más rápidas, poderosas y económicas.

- **Teléfono**. El teléfono es un elemento fundamental de la vida moderna. Las conexiones casi instantáneas entre familias, amigos, negocios y naciones, permiten comunicaciones que mejoran nuestra vida, industrias y economías. Con notables innovaciones, los ingenieros nos han brindado desde alambres de cobre hasta la fibra óptica, desde centrales telefónicas hasta satélites, y desde líneas comunes hasta celulares e Internet.

- **Aire acondicionado y refrigeración**. El aire acondicionado y la refrigeración cambiaron la vida inmensamente en el siglo XX. Docenas de innovaciones de la ingeniería hicieron posible transportar y almacenar alimentos frescos, y adaptar cualquier ambiente a las necesidades humanas. Alguna vez costosos y caros, el aire acondicionado y la refrigeración son hoy necesidades comunes que aumentan en gran medida la calidad de nuestra vida.

- **Autopistas**. Las autopistas proporcionan una de las mayores ventajas de la vida moderna: la libertad de la movilidad personal. La historia de su construcción es una de las más notables del siglo XX. Miles de ingenieros diseñaron y construyeron los caminos, puentes y túneles que conectan nuestras comunidades, permiten que los bienes y servicios alcancen áreas remotas, alienten el crecimiento y faciliten el comercio.

- **Naves espaciales**. Desde pruebas tempranas de cohetes hasta sofisticados satélites, la experiencia humana en el espacio es quizás la proeza que más asombra a la humanidad del siglo XX. El desarrollo de naves espaciales ha estremecido al mundo, ha ampliado nuestra base de conocimiento y ha mejorado nuestras capacidades. La investigación en programas espaciales ha beneficiado también a la humanidad, ya que miles de productos útiles y servicios han resultado del programa de investigaciones espaciales, inclusive dispositivos médicos, mejores pronósticos del estado del tiempo y en comunicaciones inalámbricas.

- **Internet**. Inicialmente fue instrumento para enlazar a los centros de cómputo en institutos de investigación avanzada. Hoy día la Internet es un instrumento esencial del cambio social, un vehículo que promueve mayores innovaciones de la ingeniería, un agente de cambio en la práctica empresarial, los objetivos educativos y las comunicaciones personales. Proporcionando el acceso global a las noticias, al comercio y a grandes fuentes de información, la Internet nos une y agrega conveniencia y eficiencia a nuestras vidas.

- **Procesamiento de imágenes**. Al pasar de la observación de los diminutos átomos a la de galaxias lejanas, el siglo XX se llena de imágenes obtenidas gracias a las tecnologías. Estas imágenes han ensanchado el alcance de nuestra visión: visualizar el interior del cuerpo humano, trazar los fondos del océano, rastrear las pautas de tiempo, todo esto es resultado de los avances del procesamiento de imágenes. Paralelamente con la computadora, el procesamiento de imágenes nos da vistas nuevas e increíbles, dentro y más allá del cuerpo y el ambiente humanos.

- **Aparatos domésticos**. Los aparatos domésticos cambiaron por completo el estilo de vida del siglo XX, eliminando gran parte del trabajo que significan las tareas cotidianas. La innovación generada por la ingeniería produjo una gran variedad de

dispositivos, incluyendo extensiones eléctricas, aspiradoras, lavadoras, lavaplatos y secadoras. Estos y otros productos nos dan más tiempo libre, permiten a más personas trabajar fuera del hogar y contribuyen apreciablemente a nuestra economía.

- **Tecnologías para la salud**. Los avances en la tecnología médica en el siglo XX han sido asombrosos. Armados con sólo unos pocos instrumentos en 1.900, los profesionales médicos ahora disponen de un arsenal de equipos para el diagnóstico y tratamiento clínicos. Los órganos artificiales, las prótesis reemplazables, las tecnologías en procesamiento de imágenes y los biomateriales, son sólo algunos de los proyectos que mejoran la calidad de vida a millones de personas.

- **Tecnologías del petróleo y petroquímicas**. El petróleo ha sido un componente fundamental en la vida del siglo XX al proporcionar el combustible para los automóviles, para los hogares y para las industrias. También son de suma importancia los derivados petroquímicos que se utilizan en la fabricación de productos tan diversos como la aspirina y las cremalleras. Todo el proceso comenzó al iniciar los avances en la exploración del petróleo y su procesamiento; los productos derivados del petróleo han tenido un enorme impacto en las economías del mundo, en las personas y en la política.

- **Láser y fibras ópticas**. Los pulsos de luz provenientes de un láser se utilizan en instrumentos industriales, en dispositivos quirúrgicos, en los satélites y en otros productos. En comunicaciones, fibras de vidrio sumamente puras, estos pulsos lumínicos ahora proporcionan la infraestructura para llevar información vía luz láser, un logro técnico revolucionario. Actualmente, un solo cable de fibra óptica puede transmitir decenas de millones de llamadas telefónicas, archivos de datos e imágenes de video.

- **Tecnologías nucleares**. La utilización del átomo cambió la naturaleza de la guerra para siempre y asombró al mundo con su impresionante poder. Las Tecnologías nucleares también nos dieron una nueva fuente para la generación de energía eléctrica, y capacidades nuevas en la investigación médica y el procesamiento de imágenes. Aunque polémicos, los logros de la ingeniería relacionados con la tecnología nuclear deben considerarse entre los más importantes del siglo XX.

- **Materiales de alto rendimiento**. Desde los bloques de construcción de hierro y acero, hasta los últimos avances en polímeros, cerámica y compuestos, el siglo XX ha visto una revolución en el rubro de los materiales. Los ingenieros los han hecho a la medida y han aumentado las propiedades de los materiales para permitir su uso en miles de aplicaciones. En aviones, en dispositivos médicos, en computadoras y en otros productos, los materiales de alto rendimiento tienen un gran impacto en la calidad de nuestra vida.

Imágenes:
Diccionario Británico de ingeniería
Academia Canadiense de Ingeniería

Ω